

SCHWEISSANLAGE UND SCHWEISSVERFAHREN, BEI DEM ZUMINDEST ZWEI UNTERSCHIEDLICHE SCHWEISSPROZESSE MITEINANDER KOMBINIERT WERDEN

Die Erfindung betrifft eine Schweißanlage, mit einem Schweißgerät mit einer an diesem über ein Schlauchpaket anschließbaren Schweißbrennereinheit, wobei im Schweißgerät zumindest eine Steuervorrichtung, eine Schweißstromquelle und gegebenenfalls eine Drahtfördereinheit angeordnet ist, wobei die Schweißbrennereinheit aus zumindest zwei getrennten Schweißbrennern zur Ausführung zumindest zweier eigenständiger getrennter Schweißprozesse ausgebildet ist.

Weiters betrifft die Erfindung ein Schweißverfahren bei dem zumindest zwei unterschiedliche Schweißprozesse miteinander kombiniert werden.

Unter den Begriff „Schweißbrenner“ fallen dabei verschiedenste herkömmliche Schweißbrenner sowie auch Laserbrenner oder dergl.

Bei den bekannten Schweißverfahren können über eine Ein- und/oder Ausgabevorrichtung am Schweißgerät sämtliche Parameter eingestellt werden. Dabei wird ein entsprechender Schweißprozess, wie beispielsweise ein Puls-Schweißprozess oder ein Sprühlichtbogen-Schweißprozess oder Kurzlichtbogen-Schweißprozess, ausgewählt und es werden die Parameter entsprechend eingestellt. Zusätzlich ist es oftmals möglich, dass noch ein entsprechender Zündprozess zum Zünden des Lichtbogens ausgewählt werden kann. Wird dann der Schweißvorgang gestartet, so wird nach Zündung des Lichtbogens mit dem eingestellten Zündprozess der eingestellte Schweißprozess, beispielsweise ein Puls-Schweißprozess, durchgeführt. Hierbei können während des Schweißvorganges die unterschiedlichen Parameter, wie beispielsweise der Schweißstrom, die Drahtvorschubgeschwindigkeit usw., für diesen ausgewählten Schweißprozess verändert werden. Eine Umschaltung auf einen anderen Schweißprozess, beispielsweise auf einen Sprühlichtbogen-Schweißprozess, ist jedoch nicht möglich. Hierzu muss der gerade durchgeführte Schweißprozess, beispielsweise der Puls-Schweißprozess, unterbrochen werden, so dass durch entsprechende neue Auswahl bzw. Einstellung am Schweißgerät ein anderer Schweißprozess, beispielsweise ein Sprühlichtbogen-Schweißprozess, durchgeführt werden kann.

Die EP 1 084 789 A2 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schutzgas-Hybrid-Schweißen bei dem ein Laserstrahl und ein elektrischer Lichtbogen durch zumindest zwei Elektroden unter Schutzgase erzeugt wird. Dadurch ist eine erhöhte Einflussmöglichkeit auf den Schweißprozess gegeben, und insbesondere eine verbesserte Automatisierungsmöglichkeit geschaffen, da durch die Erhöhung der Elektrodenzahl der Schweißprozess mehr beeinflusst werden kann und eine gezielte Wärmeeinbringung ermöglicht wird.

Die WO 2001/38038 A2 betrifft einen Laser-Hybrid-Schweißbrenner bei dem ein Laser-Schweißprozess mit einem Lichtbogen-Schweißprozess kombiniert wird, um die Schweißqualität und die Stabilität des Schweißprozesses zu verbessern. Dabei ist die spezielle Anordnung der einzelnen Baugruppen zueinander wesentlich, wodurch das Schmelzbad durch den Laserstrahl mit dem Schmelzbad durch den Lichtbogen-Schweißprozess zu einem gemeinsamen Schmelzbad vereint und somit die Stabilität der Anordnung und die Einbrandtiefe des Schweißprozesses erhöht werden kann.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung einer Schweißanlage, und eines Schweißverfahrens, durch welche die Menge der Einbringung des Zusatzwerkstoffes und die Wärme- bzw. Energieeinbringung in das Werkstück möglichst unabhängig voneinander einstellbar sind.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch eine oben genannte Schweißanlage gelöst, wobei der erste Schweißbrenner zur Ausführung eines Schweißprozesses und zumindest ein zweiter Schweißbrenner zur Ausführung eines Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses mit einer Vor-Rückbewegung eines Schweißdrahtes ausgebildet ist und eine Einrichtung zur Synchronisierung der über die zumindest beiden Schweißbrenner ausgeführten Schweißprozesse vorgesehen ist. Durch die Verwendung des Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses kann die Energie- und Wärmeeinbringung verringert werden, wodurch nur wenig zusätzliche Wärme in das Werkstück bzw. die Bleche eingebracht wird. Weiters wird die Spaltüberbrückbarkeit dadurch wesentlich verbessert. Durch die zeitliche Synchronisierung der zumindest zwei Schweißprozesse

können die Schweißprozesse optimal aufeinander abgestimmt werden und somit die Wärme- bzw. Energieeinbringung in das Werkstück optimal eingestellt werden. Weiters können verschiedene Schweißdrahtmaterialien und Schweißdrahtdurchmesser eingesetzt werden und somit die Materialeinbringung ins Werkstück gesteuert werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Ansprüchen 2 bis 13 beschrieben. Die sich daraus ergebenden Vorteile können aus der Beschreibung bzw. aus dem zuvor beschriebenen Anspruch 1 entnommen werden.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird auch durch ein oben genanntes Schweißverfahren gelöst, wobei zumindest ein Schweißprozess durch einen Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess gebildet wird, wobei ein abschmelzender Schweißdraht vor und zurück bewegt wird und die zumindest zwei Schweißprozesse zeitlich synchronisiert werden.

Weitere Merkmale werden in den Ansprüchen 15-22 beschrieben.

Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Darin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Schweißanlage bzw. eines Schweißgerätes;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Schweißgerätes;

Fig. 3 Strom-, Spannungs- und Bewegungsdiagramme eines Sprühlichtbogen- und eines Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses;

Fig. 4 Strom-, Spannungs- und Bewegungsdiagramme eines Puls- und eines Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses;

Fig. 5 Strom-, Spannungs- und Bewegungsdiagramme eines Puls- und

eines Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses;

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Schweißgerätes;

Fig. 7 Strom-, Spannungs- und Bewegungsdiagramme zweier Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesse;

Fig. 8 Strom-, Spannungs- und Bewegungsdiagramme zweier zeitlich versetzter Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesse; und

Fig. 9-11 schematische Darstellungen verschiedener erfindungsgemäßer Schweißgeräte.

In Fig. 1 ist ein Schweißgerät 1 bzw. eine Schweißanlage für verschiedenste Prozesse bzw. Verfahren, wie z.B. MIG/MAG-Schweißen bzw. WIG/TIG-Schweißen oder Elektroden-Schweißverfahren, Doppeldraht/Tandem-Schweißverfahren, Plasma- oder Lötverfahren usw., gezeigt.

Das Schweißgerät 1 umfasst eine Stromquelle 2 mit einem Leistungsteil 3, einer Steuervorrichtung 4 und einem dem Leistungsteil 3 bzw. der Steuervorrichtung 4 zugeordneten Umschaltglied 5. Das Umschaltglied 5 bzw. die Steuervorrichtung 4 ist mit einem Steuerventil 6 verbunden, welches in einer Versorgungsleitung 7 für ein Gas 8, insbesondere ein Schutzgas, wie beispielsweise  $\text{CO}_2$ , Helium oder Argon und dergl., zwischen einem Gasspeicher 9 und einem Schweißbrenner 10 bzw. einem Brenner angeordnet ist.

Zudem kann über die Steuervorrichtung 4 noch ein Drahtvorschubgerät 11, welches für das MIG/MAG-Schweißen üblich ist, angesteuert werden, wobei über eine Versorgungsleitung 12 ein Zusatzwerkstoff bzw. ein Schweißdraht 13 von einer Vorratsstrommel 14 bzw. einer Drahtrolle in den Bereich des Schweißbrenners 10 zugeführt wird. Selbstverständlich ist es möglich, dass das Drahtvorschubgerät 11, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist, im Schweißgerät 1, insbesondere im Grundgehäuse, integriert ist und nicht, wie in Fig. 1 dargestellt, als Zusatzgerät ausgebildet ist.

Es ist auch möglich, dass das Drahtvorschubgerät 11 den Schweißdraht 13 bzw. den Zusatzwerkstoff außerhalb des Schweißbrenners 10 an die Prozessstelle zuführt, wobei hierzu im Schweißbrenner 10 bevorzugt eine nicht abschmelzende Elektrode angeordnet ist, wie dies beim WIG/TIG-Schweißen üblich ist.

Der Strom zum Aufbauen eines Lichtbogens 15, insbesondere eines Arbeitslichtbogens, zwischen der Elektrode und einem Werkstück 16 wird über eine Schweißleitung 17 vom Leistungsteil 3 der Stromquelle 2 dem Brenner 10, insbesondere der Elektrode, zugeführt, wobei das zu verschweißende Werkstück 16, welches aus mehreren Teilen gebildet ist, über eine weitere Schweißleitung 18 ebenfalls mit dem Schweißgerät 1, insbesondere mit der Stromquelle 2, verbunden ist und somit über den Lichtbogen 15 bzw. den gebildeten Plasmastrahl für einen Prozess ein Stromkreis aufgebaut werden kann.

Zum Kühlen des Schweißbrenners 10 kann über einen Kühlkreislauf 19 der Schweißbrenner 10 unter Zwischenschaltung eines Strömungswächters 20 mit einem Flüssigkeitsbehälter, insbesondere einem Wasserbehälter 21, verbunden werden, wodurch bei der Inbetriebnahme des Schweißbrenners 10 der Kühlkreislauf 19, insbesondere eine für die im Wasserbehälter 21 angeordnete Flüssigkeit verwendete Flüssigkeitspumpe, gestartet wird und somit eine Kühlung des Schweißbrenners 10 bewirkt werden kann.

Das Schweißgerät 1 weist des weiteren eine Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 22 auf, über welche die unterschiedlichsten Schweißparameter, Betriebsarten oder Schweißprogramme des Schweißgerätes 1 eingestellt bzw. aufgerufen werden können. Dabei werden die über die Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 22 eingestellten Schweißparameter, Betriebsarten oder Schweißprogramme an die Steuervorrichtung 4 weitergeleitet und von dieser werden anschließend die einzelnen Komponenten der Schweißanlage bzw. des Schweißgerätes 1 angesteuert bzw. entsprechende Sollwerte für die Regelung oder Steuerung vorgegeben.

Des weiteren ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Schweißbrenner 10 über ein Schlauchpaket 23 mit dem Schweißgerät

1 bzw. der Schweißanlage verbunden. In dem Schlauchpaket 23 sind die einzelnen Leitungen vom Schweißgerät 1 zum Schweißbrenner 10 angeordnet. Das Schlauchpaket 23 wird über eine Kupplungsvorrichtung 24 mit dem Schweißbrenner 10 verbunden, wogegen die einzelnen Leitungen im Schlauchpaket 23 mit den einzelnen Kontakten des Schweißgerätes 1 über Anschlussbuchsen bzw. Steckverbindungen verbunden sind. Damit eine entsprechende Zugentlastung des Schlauchpaketes 23 gewährleistet ist, ist das Schlauchpaket 23 über eine Zugentlastungsvorrichtung 25 mit einem Gehäuse 26, insbesondere mit dem Grundgehäuse des Schweißgerätes 1, verbunden. Selbstverständlich ist es möglich, dass die Kupplungsvorrichtung 24 auch für die Verbindung am Schweißgerät 1 eingesetzt werden kann.

Grundsätzlich ist zu erwähnen, dass für die unterschiedlichen Schweißverfahren bzw. Schweißgeräte 1, wie beispielsweise WIG-Geräte oder MIG/MAG-Geräte oder Plasmageräte nicht alle zuvor benannten Komponenten verwendet bzw. eingesetzt werden müssen. Hierzu ist es beispielsweise möglich, dass der Schweißbrenner 10 als luftgekühlter Schweißbrenner 10 ausgeführt werden kann.

In den Figuren 2 bis 11 sind Ausführungsbeispiele dargestellt, in welchen eine Kombination eines Schweißprozesses mit einem Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess beschrieben wird. Dabei wird im Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 2 bis 5 ein MIG/MAG-Schweißprozess mit dem Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess kombiniert. Die dargestellte Schweißanlage 27 beinhaltet das Schweißgerät 1 mit einer an diesem über zwei Schlauchpakete 23, 28 angeschlossener Schweißbrennereinheit 29. Die Schweißbrennereinheit 29 ist aus zumindest zwei eigenständigen Schweißbrennern 10 und 35 gebildet, wobei jeder Schweißbrenner 10, 35 über das jeweilige Schlauchpaket 23, 28 mit dem Schweißgerät 1 verbunden ist, so dass sämtliche für einen Schweißprozess notwendige Komponenten, wie beispielsweise das Gas 8, die Energieversorgung, der Kühlkreislauf 19 usw., an die Schweißbrennereinheit 29 gefördert werden können. Im Schweißgerät 1 sind, wie bereits zuvor in Fig. 1 beschrieben, eine Steuervorrichtung 4, eine Schweißstromquelle 2 und eine Drahtfördereinheit 30 angeordnet, welche nicht alle in Fig. 2 dargestellt sind. Die Drahtfördereinheit 30 ist in dem gezeigten

Beispiel im Schweißgerät 1 integriert und besteht dabei aus zwei Vorratstrommeln 14, 31 für einen Schweißdraht 13, 32, der über jeweils eine Antriebseinheit 33, 34 an die Schweißbrenner 10, 35 der Schweißbrennereinheit 29 gefördert wird. Jeder Schweißbrenner 10, 35 der Schweißbrennereinheit 29 kann zusätzlich eine Antriebseinheit 36 (strichliert schematisch dargestellt) aufweisen. Weiters weist die Schweißbrennereinheit 29 bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine gemeinsame Gasdüse 37 für beide Schweißbrenner 10, 35 auf. Dabei ist im Schweißgerät 1 zur Energieversorgung der Schweißbrennereinheit 29 nur eine Stromquelle 2 vorgesehen, welche abwechselnd mit dem jeweiligen aktiven Schweißbrenner 10, 35 verbunden wird. Natürlich ist es auch möglich, dass die in der Schweißbrennereinheit 29 angeordneten Schweißbrenner 10, 35 dabei über zwei getrennt ansteuerbare Stromquellen 2 und 38, welche in dem Schweißgerät 1 angeordnet sind, angesteuert werden.

Auf die Funktionsbeschreibung der einzelnen Baugruppen bzw. Komponenten, wie beispielsweise die Drahtförderung, die Energieversorgung, der Schweißbrenneraufbau, die Einstellung des Schweißgerätes 1 usw., wird nicht näher eingegangen, da diese bereits aus dem Stand der Technik bekannt sind.

Grundsätzlich ist zu erwähnen, dass bei den dargestellten Ausführungsvarianten der erste Schweißbrenner 10 zur Ausführung eines Schweißprozesses und der zweite Schweißbrenner 35 zur Ausführung eines Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses ausgebildet ist. Bevorzugt wird bei den dargestellten Ausführungsbeispielen der Fig. 2 bis 5 der erste Schweißbrenner 10 durch einen MIG/MAG-Brenner gebildet. Dabei ist der erste Schweißbrenner 10 dem zweiten Schweißbrenner 35 in Schweißrichtung gesehen vorgeordnet. Natürlich ist es auch möglich, den zweiten Schweißbrenner 35 dem ersten Schweißbrenner 10 vorzuordnen, oder die Schweißbrenner 10 und 35 in Längsrichtung der Schweißnaht seitlich voneinander zu versetzen.

Ein Vorteil dieser Ausbildung ist, dass zwei unterschiedliche Schweißprozesse mit beispielsweise unterschiedlichen Drahtmaterialien sowie unterschiedlichen Drahtdurchmessern durchgeführt werden können. Somit ist beispielsweise bei einer Wurzelschwei-

Bung eine bessere Spaltüberbrückbarkeit gewährleistet, wie dies durch z.B. seitliches Versetzen der zumindest zwei Schweißdrähte 13 erreicht werden kann.

Wesentlich ist bei der erfindungsgemäßen Ausführung, dass in der Schweißbrennereinheit 29 zwei von einander getrennte Schweißbrenner 10, 35 bzw. die elektrisch getrennten Komponenten von Schweißbrennern 10, 35 in einer Baueinheit angeordnet sind, wodurch zwei unabhängig voneinander arbeitende Schweißverfahren eingesetzt werden können. Beispielsweise wird ein MAG-Schweißprozess mit einem Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess kombiniert, wie dies in den Fig. 3 bis 5 in Form von Strom-, Spannungs- und Drahtbewegungsdiagrammen dargestellt ist. Beispielsweise wird bei den erfindungsgemäß kombinierten Schweißverfahren zum Zünden des Lichtbogens 15 das Lift-Arc-Prinzip (Zündphase 39) verwendet. Da dies ein aus dem Stand der Technik bekanntes Verfahren ist, wird darauf nicht näher eingegangen. Lediglich wird erwähnt, dass der Schweißdraht 13, 32 bis zur Berührung mit dem Werkstück 16 vorbewegt wird, worauf anschließend die Schweißdrahtbewegung umgekehrt wird und der Schweißdraht 13, 32 auf einen vordefinierten Abstand 40 vom Werkstück 16 zurückgefördert wird, worauf neuerlich die Schweißdrahtbewegung umgekehrt wird. Durch das Beaufschlagen des Schweißdrahtes 13, 32 ab dem Zeitpunkt des Kurzschlusses mit einer definierten Stromhöhe, die so gewählt wird, dass ein An- bzw. Aufschmelzen des Schweißdrahtes 13, 32 verhindert wird, erfolgt bei der Rückwärtsbewegung und beim Abheben des Schweißdrahtes 13, 32 die Zündung des Lichtbogens 15 für die beiden Schweißdrahte 13, 32 unabhängig voneinander.

In Diagrammen 41, 42 und 43 wird der MAG-Schweißprozess und in Diagrammen 44, 45 und 46 wird der Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess dargestellt.

Dabei wird beim MAG-Schweißprozess nach Abschluss der Zündphase 39 zu einem Zeitpunkt 47 der Schweißstrom I definiert erhöht und der Schweißdraht 13 in Richtung des Werkstückes 16 gefördert. Durch den kontinuierlich angelegten Schweißstrom I bildet sich am Schweißdrahtende ein Tropfen 48 aus, welcher sich je nach Höhe des Schweißstroms I nach einer definierten Zeitdauer vom



Schweißdraht 13 ablöst und eine Tropfenkette 49 bildet. Dieser Vorgang wiederholt sich nunmehr periodisch. Der Schweißdraht 13 wird somit nur in Richtung des Werkstückes 16 -Pfeil 50- gefördert, wogegen beim Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess eine Vor-Rückbewegung des Schweißdrahtes 13 erfolgt, wie dies im Diagramm 46 ersichtlich ist.

Der Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess ist dadurch gekennzeichnet, dass der Schweißdraht 32 von einer Ausgangsposition, also einem Abstand 40 vom Werkstück 16, eine Bewegung in Richtung des Werkstückes 16 -Pfeil 50- durchführt, wie dies ab einem Zeitpunkt 47 im Diagramm 46 ersichtlich ist. Der Schweißdraht 32 wird somit bis zur Berührung mit dem Werkstück 16 -Zeitpunkt 51- in Richtung Werkstück 16 gefördert, anschließend nach Bildung eines Kurzschlusses wird die Drahtförderung umgekehrt und der Schweißdraht 32 bis zu dem vordefinierten Abstand 40, also bevorzugt wiederum in die Ausgangsposition, vom Werkstück 16 zurückgefördert. Um eine Tropfenbildung bzw. ein Anschmelzen des Schweißdrahtendes während des Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses zu erreichen, wird während der Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 32 in Richtung des Werkstückes 16 -Pfeil 50- der Schweißstrom I gegenüber einem Grundstrom 52, der zur Aufrechterhaltung des Lichtbogens 15 ohne wesentliche Anschmelzung des Schweißdrahtes 32 definiert ist, verändert, insbesondere erhöht, wie dies in den Diagrammen 44 und 45 ersichtlich ist. Somit wird der Strom I derart geregelt, dass bei der Vorwärtsbewegung eine Anschmelzung des Schweißdrahtes 32 stattfindet, also ein Tropfen 48 gebildet wird. Aufgrund des Eintauchens des Schweißdrahtes 32 in das Schmelzbad (nicht dargestellt) und der darauf folgenden Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 32 wird der gebildete Tropfen 48 bzw. das angeschmolzene Material vom Schweißdraht 32 abgelöst. Hierbei ist es selbstverständlich auch möglich, dass zur Unterstützung der Tropfenablöse eine impulsartige Erhöhung des Schweißstromes I durchgeführt werden kann. Weiters ist es möglich, dass während des Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses die Drahtvorschubgeschwindigkeit verändert, insbesondere erhöht wird, um beispielsweise eine schnellere Durchführung des Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses zu gewährleisten.

Beim MIG/MAG-Schweißprozess des ersten Schweißbrenners 10, ist

es auch möglich, dass andere bekannte Schweißverfahren, wie beispielsweise ein Pulsverfahren, ein Kurzschluss-Verfahren usw. eingestellt werden kann. In den dargestellten Diagrammen der Fig. 4 und 5 ist beispielsweise nunmehr ein Puls-Schweißprozess in Kombination mit einem Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess dargestellt. Dabei zeigen ein erstes Diagramm 53 ein Strom-, Zeitdiagramm des Puls-Schweißprozesses, ein zweites Diagramm 54 ein Spannungs-, Zeitdiagramm des Puls-Schweißprozesses, ein Diagramm 55 ein Drahtbewegungsdiagramm des Puls-Schweißprozesses, ein Diagramm 56 ein Strom-, Zeitdiagramm eines Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses, ein Diagramm 57 ein Spannungs-, Zeitdiagramm des Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses und ein Diagramm 58 ein Drahtbewegungsdiagramm des Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses.

Auf eine detaillierte Beschreibung des Puls-Schweißprozesses wird verzichtet, da dieser bereits aus dem Stand der Technik bestens bekannt ist. Lediglich wird erwähnt, dass der Puls-Schweißprozess nach einer Zündphase 39, welche beispielsweise wieder in Form des Lift-Arc-Prinzips durchgeführt wird, zu einem Zeitpunkt 59 durch Anlegen eines Stromimpulses, -Pulsstromphase 60- ein Tropfen 48 am Schweißdraht 13 gebildet und zu einem Zeitpunkt 61 vom Schweißdrahtende abgelöst wird. Anschließend wird der Strom I auf einen definierten Grundstrom 52 abgesenkt - Grundstromphase 62-. Durch ein zyklisches Anlegen der Pulsstromphase 60 und der Grundstromphase 62 wird pro Pulsstromphase 60 ein Tropfen 48 vom Schweißdraht 13 abgelöst, wodurch eine definierte Materialübergabe auf das Werkstück 16 erfolgt.

Mit dem Puls-Schweißprozess wird in diesem Ausführungsbeispiel der Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess kombiniert, wobei auf den Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess nicht näher eingegangen wird, da dieser schon in den Fig. 2 bis 5 beschrieben wurde. Durch diese erfindungsgemäße Kombination kann z.B. nur eine Stromquelle 2 eingesetzt werden, welche abwechselnd dem zur Zeit aktiven Schweißbrenner 10, 35 zugeschaltet ist. Natürlich ist es auch möglich, die Schweißprozesse mit zwei unabhängig voneinander arbeitenden Stromquellen 2, 38 anzusteuern. Somit können die Schweißprozesse zueinander synchronisiert werden, also beispielsweise eine zeitgleiche Tropfenablöse vom Schweißdraht 13,

32 ermöglicht werden.

Wesentlich bei dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel der Fig. 4 ist, dass die Steuerung so erfolgt, dass die Tropfenablöse des Puls-Schweißverfahrens synchron zur Tropfenablöse des Kalt-Metall-Transfer-Schweißverfahrens erfolgt. Somit wird zeitgleich, siehe Zeitpunkt 61, ein Tropfen 48 beim Puls-Schweißverfahren und ein Tropfen 48 beim Kalt-Metall-Transfer-Schweißverfahren abgelöst. Natürlich ist es nicht zwingend notwendig, dass die Tropfenablöse der einzelnen Schweißprozesse gleichzeitig erfolgen muss. Die Tropfenablöse des Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses kann natürlich auch zeitlich versetzt zum Puls-Schweißprozess gesteuert werden, insbesondere während der Grundstromphase 62 des Puls-Schweißprozesses erfolgen, wie dies in Fig. 5 ersichtlich ist.

Grundsätzlich ist zu erwähnen, dass bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Kombination des Puls-Schweißprozesses mit dem Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess, der über den zweiten Schweißbrenner 35 ausgeführte Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess dem ersten Schweißbrenner 10 in Schweißrichtung nachgereiht ist. Ein wesentlicher Vorteil liegt darin, dass beim Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess wesentlich weniger Wärme- und Energieeinbringung in das Werkstück 16 erfolgt und somit durch die Kombination eines MIG/MAG-Schweißprozesses mit dem Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess mehr Schweißmaterial bei geringer Erhöhung der Wärmeeinbringung in das Werkstück 16 erreicht wird. Lediglich muss erwähnt werden, dass im Schweißgerät 1 zur Energieversorgung der in der Schweißbrennereinheit 29 angeordneten Schweißbrenner 10, 35 zwei getrennt ansteuerbare Stromquellen angeordnet sind. Dies ist allerdings nicht zwingend notwendig, da die Schweißbrenner 10, 35 auch von einer einzigen Stromquelle angesteuert werden können, wobei die Stromquelle abwechselnd mit dem jeweilig aktiven Schweißbrenner 10, 35 zusammengeschaltet ist.

Um die Wärmeeinbringung in das Werkstück 16 steuern zu können bzw. weiter zu verringern, ist es auch möglich, dass der erste Schweißbrenner 10 ebenfalls zur Ausführung eines Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses ausgebildet ist. Lediglich muss

erwähnt werden, dass zur Ausführung des Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses jeder Schweißbrenner 10, 35 eine Antriebseinheit 36 aufweist, wie dies in Fig. 6 schematisch dargestellt ist. Des weiteren sind die beiden Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesse zueinander synchronisiert, d.h., dass die Tropfenablöse vom Schweißdraht 13 beispielsweise gleichzeitig erfolgt - Fig. 7-, während die Tropfenablöse natürlich auch zeitlich versetzt zueinander erfolgen kann, wie dies in Fig. 8 schematisch dargestellt ist.

Auf den Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess wird nicht näher eingegangen, da dieser in den zuvor beschriebenen Fig. 2 bis 5 schon ausführlich erläutert wurde. Lediglich wird erwähnt, dass der Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess nach einer Zündphase 39, welche wiederum in Form des Lift-Arc-Prinzips durchgeführt werden kann, gestartet wird, wie dies in den Fig. 7 und 8 schematisch dargestellt ist. Dabei zeigen ein Diagramm 63 ein Spannungs-Zeit-Diagramm, ein Diagramm 64 ein Strom-Zeit-Diagramm und ein Diagramm 65 ein Bewegungsdiagramm des ersten Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses, während ein Diagramm 65, 66 und 67 ebenfalls ein Spannungs-Zeit-, ein Strom-Zeit- und ein Bewegungsdiagramm des zweiten Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses zeigen.

Dabei wird zu einem Zeitpunkt 69 -Ende der Zündphase 39- der Schweißstrom I begrenzt erhöht, also ein Stromimpuls angelegt, welcher die Pulsstromphase 60 ausbildet, wie dies aus den Diagrammen beider Schweißprozesse in Fig. 7 ersichtlich ist, während in Fig. 8 der zweite Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess zeitlich versetzt, also um die Pulsstromphase 60 des ersten Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses verzögert, gestartet wird. Während der Pulsstromphase 60 wird der Schweißdraht 13, 32 in Richtung des Werkstückes 16 gefördert -Pfeil 50- und es bildet sich durch den erhöht angelegten Schweißstrom ein Tropfen 48 am Schweißdrahtende aus. Der Schweißdraht 13, 32 wird bis zur Kontaktierung mit dem Werkstück 16 zum Zeitpunkt 70 in Richtung Werkstück 16 gefördert, und anschließend, also nach der Bildung eines Kurzschlusses, wieder zurück bis zu einer Ausgangsposition, also dem Abstand 40, gefördert. Die Tropfenablöse wird dabei durch Eintauchen in das Schmelzbad (nicht dargestellt) erreicht.

In Fig. 8 wird beim verzögerten, zweiten Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess zum Zeitpunkt 70 der Schweißstrom I erhöht und die Pulsstromphase 60 eingeleitet.

Der Schweißstrom I wird zum Zeitpunkt 70 auf den Grundstrom 52 abgesenkt -Grundstromphase 62-, um eine Tropfenbildung bzw. eine Anschmelzung des Schweißdrahtes 13, 32 zu verhindern, während die Grundstromphase 62 bei dem in Fig. 8 verzögert dargestellten zweiten Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess wiederum zeitlich versetzt eingeleitet wird, wie dies zu einem Zeitpunkt 71 ersichtlich ist.

Natürlich ist es auch möglich, den ersten Schweißbrenner 10 als einen WIG-Schweißbrenner auszubilden, wobei der WIG-Schweißprozess dann mit einem Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess kombiniert wird, wie dies in Fig. 9 schematisch dargestellt ist. Somit kann durch die zusätzliche Energiequelle des WIG-Schweißprozesses beispielsweise eine höhere Erwärmung und somit Aufschmelzung des Werkstücks 16 erreicht werden, während durch den Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess nur eine geringe zusätzliche Wärmeeinbringung erfolgt. Selbstverständlich ist es auch möglich, den Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess über den ersten Schweißbrenner 10 auszuführen, während der WIG-Schweißprozess über den zweiten Schweißbrenner 35 ausgeführt wird, wodurch beispielsweise der Einbrand im Werkstück 16 verringert wird und der WIG-Schweißprozess somit die Schweißnaht glättet, wodurch die Qualität der Schweißnaht erhöht wird.

Dabei ist im ersten Schweißbrenner 10 der Schweißbrennereinheit 29 im Bereich der Gasdüse 37 eine nicht abschmelzende Elektrode 72, beispielsweise eine Wolframelektrode, angeordnet. Die Gasdüse 37 ist in diesem Ausführungsbeispiel getrennt, d.h., dass die zwei Schweißbrenner 10, 35 für die zwei eigenständigen, getrennten Schweißprozesse, also den WIG-Schweißprozess und den Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess, weisen jeweils eine eigene Gasdüse 37 auf. Dabei ist lediglich eine thermisch und elektrisch getrennte Gasdüse 37 dargestellt. Dies hat zum Vorteil, dass beispielsweise für die zwei eigenständigen Schweißprozesse unterschiedliche Schweißgase und somit auch unterschiedliche Gasdrucke verwendet werden können. Dadurch wird

beispielsweise auch die Qualität der Schweißnaht erhöht, da für den jeweiligen Schweißprozess das für den Schweißprozess optimale Schweißgas verwendet wird. Der Schweißdraht 13, also der Zusatzwerkstoff für den WIG-Schweißprozess, wird über ein Rohr 73 dem Schweißbrenner 10 zugeführt und in den Lichtbogen 15 des Schweißbrenners 10 gefördert. Da der WIG-Schweißprozess einen aus dem Stand der Technik bekannten Schweißprozess darstellt, wird auf diesen in der Beschreibung nicht näher eingegangen. Mit dem WIG-Schweißprozess wird, wie zuvor schon erwähnt, der Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess kombiniert, wobei auf den Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess nicht näher eingegangen wird, da dieser schon in den Fig. 2 bis 5 beschrieben wird.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 10 wird ein Schweißprozess, welcher durch einen Plasma-Brenner gebildet ist mit einem Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess kombiniert. Da der Plasma-Schweißprozess bereits aus dem Stand der Technik bestens bekannt ist, wird auf eine detaillierte Beschreibung des Plasma-Schweißprozesses verzichtet. Lediglich wird erwähnt, dass beim Plasma-Schweißprozess mittels einer HF-Zündung der Lichtbogen 15 in einer Gasdüse 74 gezündet wird. Der Lichtbogen 15 brennt innerhalb der Gasdüse 74 und lediglich ein heißer, ionisierter Plasmastrahl 75 tritt aus der Gasdüse 74 aus. Nach der Zündphase 39 (nicht dargestellt) wird ein gegenüber der Zündphase 39 niedrigerer Schweißstrom angelegt, um den Lichtbogen 15 aufrecht zu halten. Durch den Plasmastrahl 75 erfolgt eine Aufschmelzung des Werkstücks 16. In den Plasmastrahl 75 wird des weiteren noch der Schweißdraht 13, also der Zusatzwerkstoff, durch ein an dem Schweißbrenner 10 der Schweißbrennereinheit 29 angeordnetes Rohr 73 gefördert. Somit wird eine kontinuierliche Tropfenabläse erreicht.

Natürlich ist es auch möglich, die Gasdüse 37 bei der Kombination des Plasma-Schweißprozesses mit dem Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess als getrennte Gasdüse 37 auszuführen, wie dies bereits in Fig. 9 bei der Kombination des WIG-Schweißprozesses mit dem Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess beschrieben wurde. Mit dem Plasma-Schweißprozess wird in diesem Ausführungsbeispiel der Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess kombiniert, wobei auf den Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess nicht näher eingegangen

wird, da dieser schon in den Fig. 2 bis 5 beschrieben wird.

Natürlich ist es auch möglich, dass anstelle des ersten Schweißbrenners 10 eine Lasereinheit 76 gebildet ist, wobei die Lasereinheit 76 mit dem zweiten Schweißbrenner 35 für den Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess in der Schweißbrennereinheit 29 kombiniert ist. Eine derartige Variante ist in Fig. 11 dargestellt. Natürlich kann die Lasereinheit 76 auch außerhalb der Schweißbrennereinheit 29 angeordnet werden.

Vorteilhaft bei dieser Ausbildung ist, dass mittels eines Lasers 77 bzw. der Laseroptik die Schweißnaht bei höherer Schweißgeschwindigkeit wesentlich verkleinert wird, da durch den Laserstrahl 78 ein definierter Einbrand in das Werkstück 16 erfolgt und der nachgereichte Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess die vorbereitete Naht auffüllt. Somit wird ein weniger genaues Vorarbeiten der Schweißnaht benötigt, da eine verbesserte Spaltüberbrückbarkeit gewährleistet ist. Mit der Lasereinheit 76, welche in diesem Ausführungsbeispiel den Schweißbrenner 10 ausbildet, wird wiederum der Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess kombiniert.

Zu den beschriebenen Ausführungsbeispielen muss lediglich noch erwähnt werden, dass die Schweißbrenner 10, 35 so ausgebildet sind, dass die Schweißbrenner 10, 35 unterschiedliche Schweißdrähte und Schweißdrahtdurchmesser aufnehmen können. Somit ist bei einem Schweißdrahtwechsel kein Wechsel der benötigten Bauteile zur Schweißdrahtförderung von Nöten, wodurch für den Benutzer keinerlei Umrüstarbeiten anfallen.

## Patentansprüche:

1. Schweißanlage (27) mit einem Schweißgerät (1) mit einer an diesem über ein Schlauchpaket (23, 28) anschließbaren Schweißbrennereinheit (29), wobei im Schweißgerät (1) zumindest eine Steuervorrichtung (4), eine Schweißstromquelle (2) und gegebenenfalls eine Drahtfördereinheit (30) angeordnet ist, wobei die Schweißbrennereinheit (29) aus zumindest zwei getrennten Schweißbrennern (10, 35) zur Ausführung zumindest zweier eigenständiger getrennter Schweißprozesse ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Schweißbrenner (10) zur Ausführung eines Schweißprozesses und zumindest ein zweiter Schweißbrenner (35) zur Ausführung eines Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses mit einer Vor-Rückbewegung eines Schweißdrahtes (32) ausgebildet ist, und dass eine Einrichtung zur Synchronisierung der über die zumindest beiden Schweißbrenner (10, 35) ausgeführten Schweißprozesse vorgesehen ist.
2. Schweißanlage (27) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Schweißbrenner (10) durch einen MIG/MAG-Brenner gebildet ist.
3. Schweißanlage (27) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Schweißbrenner (10) durch einen WIG-Brenner gebildet ist.
4. Schweißanlage (27) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Schweißbrenner (10) durch einen Plasma-Brenner gebildet ist.
5. Schweißanlage (27) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Schweißbrenner (10) ebenfalls zur Ausführung eines Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses ausgebildet ist.
6. Schweißanlage (27) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Schweißbrenner (10) durch eine Laser-Einheit (76) gebildet ist, die mit dem zweiten Schweißbrenner (35) für den Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess in der Schweißbrennereinheit (29) kombiniert ist.



7. Schweißanlage (27) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Schweißbrenner (10) dem zweiten Schweißbrenner (35) in Schweißrichtung vorgeordnet ist.

8. Schweißanlage (27) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Schweißgerät (1) zur Energieversorgung der Schweißbrennereinheit (29) zwei getrennt ansteuerbare Stromquellen (2, 38) angeordnet sind.

9. Schweißanlage (27) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Schweißgerät (1) zur Energieversorgung der Schweißbrennereinheit (29) nur eine Stromquelle (2) angeordnet ist, die abwechselnd mit dem jeweiligen aktiven Schweißbrenner (10, 35) zusammengeschaltet ist.

10. Schweißanlage (27) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest zwei Schweißbrenner (10, 35) eine gemeinsame Gasdüse (37) aufweisen.

11. Schweißanlage (27) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest zwei Schweißbrenner (10, 35) der Schweißbrennereinheit (29) in Längsrichtung der Schweißnaht, also der Schweißrichtung, seitlich zueinander versetzt sind.

12. Schweißanlage (27) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißdrähte (13, 32) der zumindest zwei Schweißbrenner (10, 35) unterschiedliche Materialien aufweisen.

13. Schweißanlage (27) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißdrähte (13, 32) der zumindest zwei Schweißbrenner (10, 35) unterschiedlichen Durchmesser aufweisen.

14. Schweißverfahren, bei dem zumindest zwei unterschiedliche Schweißprozesse miteinander kombiniert werden, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Schweißprozess durch einen Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses gebildet wird, wobei ein abschmelzender Schweißdraht vor- und zurückbewegt wird, und dass

die zumindest zwei Schweißprozesse zeitlich synchronisiert werden.

15. Schweißverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schweißprozess durch einen MIG/MAG-Schweißprozess gebildet wird.

16. Schweißverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schweißprozess durch einen WIG-Schweißprozess gebildet wird.

17. Schweißverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schweißprozess durch einen Plasma-Schweißprozess gebildet wird.

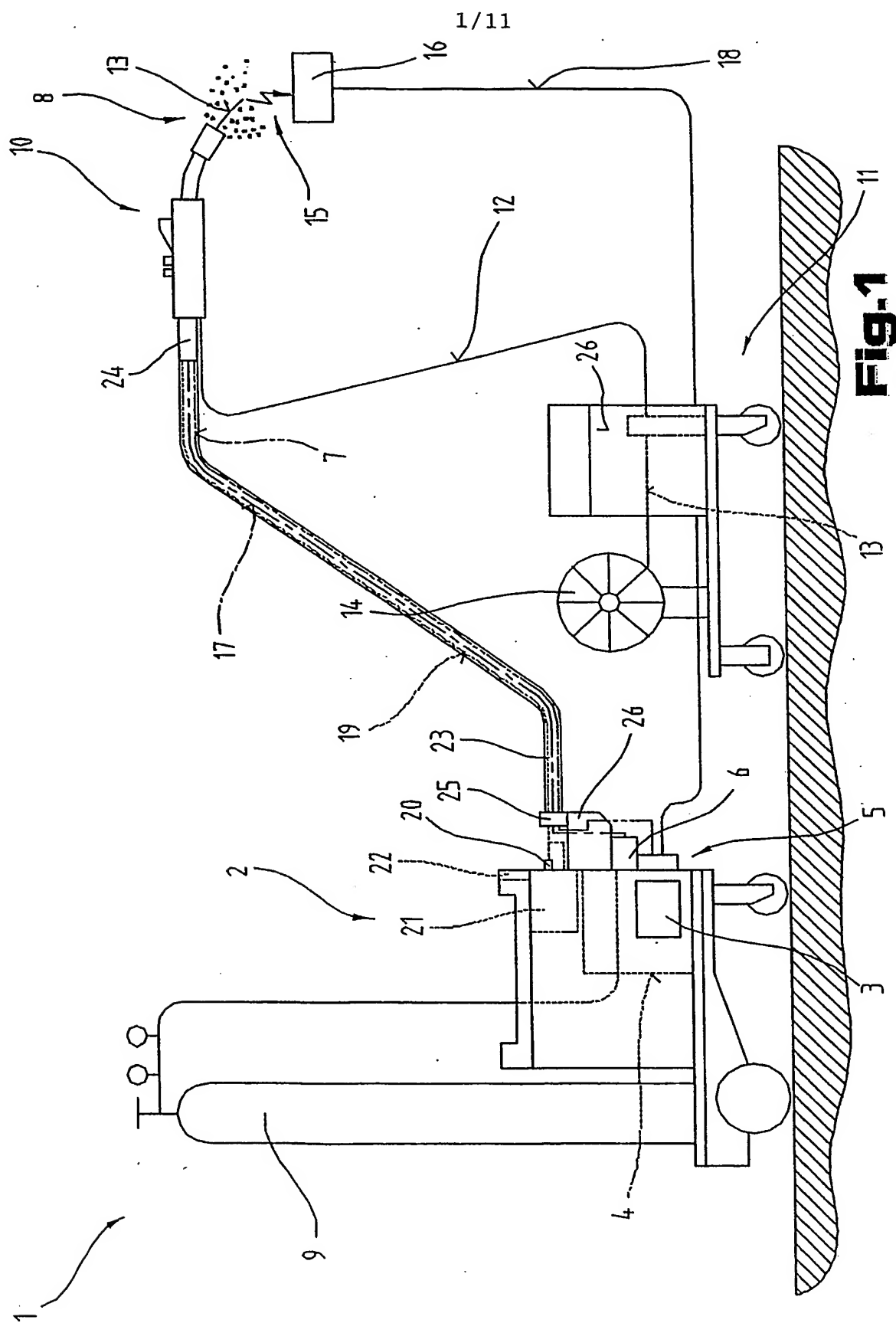
18. Schweißverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Schweißprozesse durch einen Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozesses gebildet werden.

19. Schweißverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schweißprozess durch einen Laser-Schweißprozess gebildet wird.

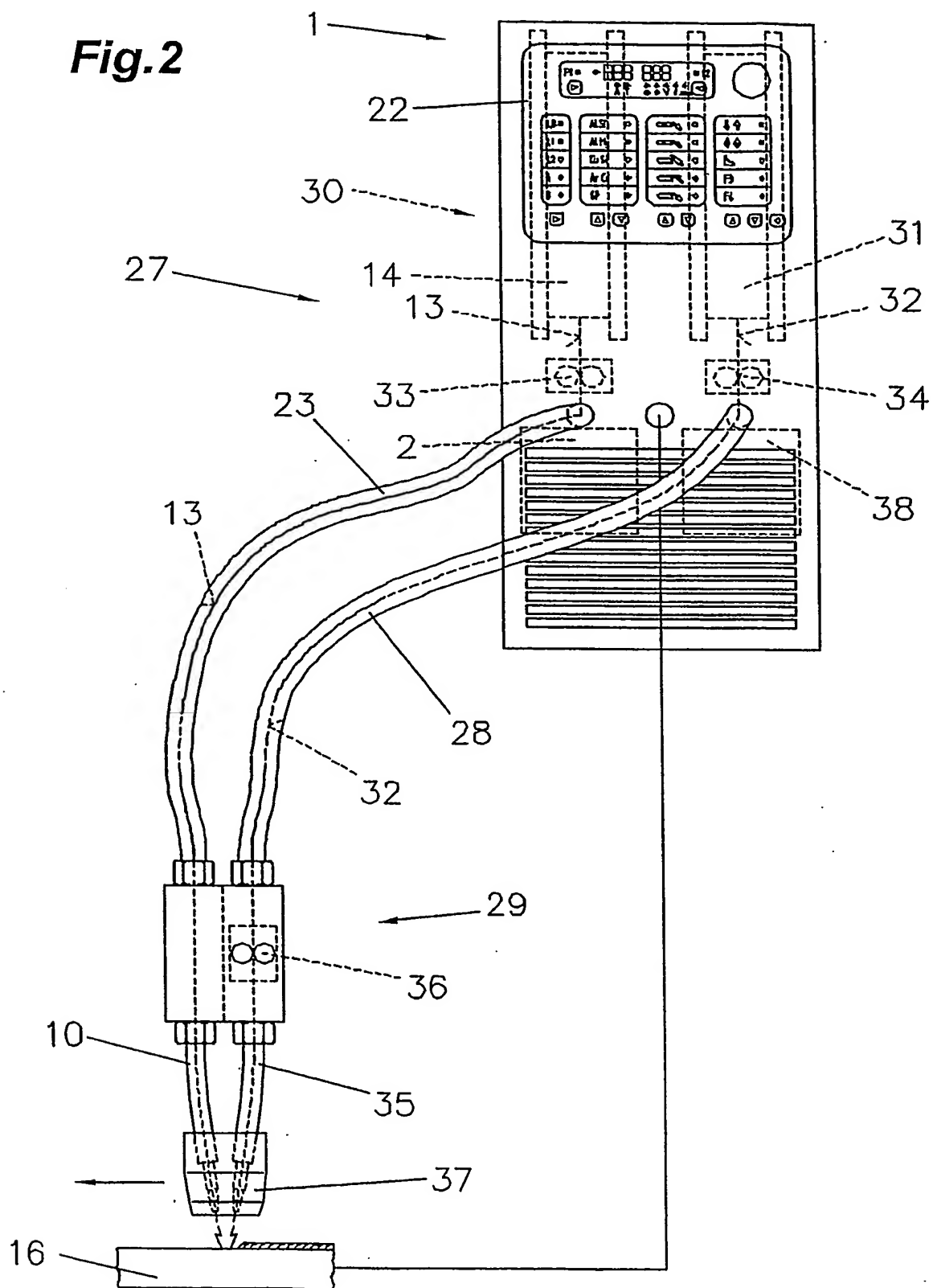
20. Schweißverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess dem oder den anderen Schweißprozess(en) in Schweißrichtung nacheilt.

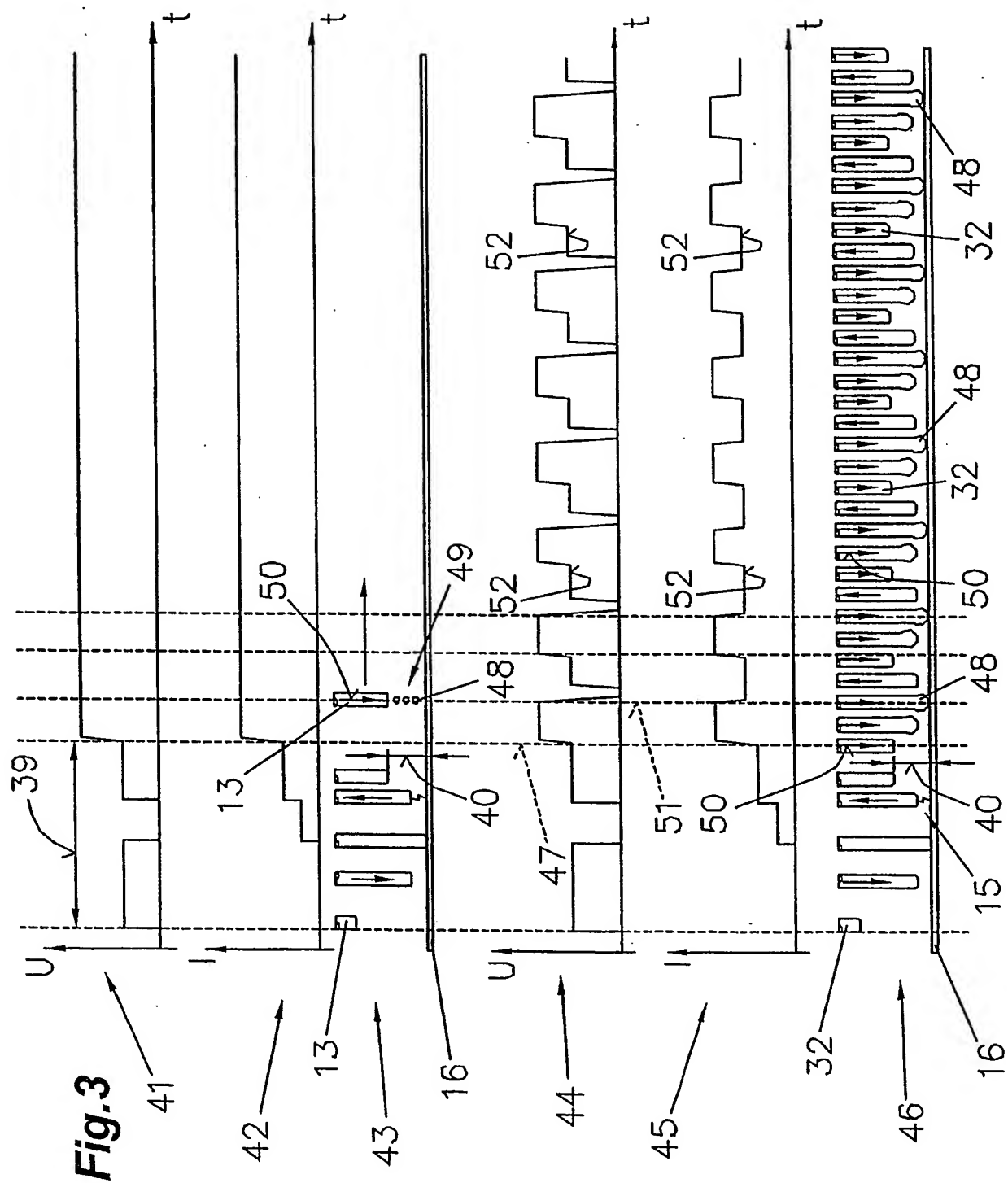
21. Schweißverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Schweißprozesse mit abschmelzendem Schweißdraht zeitlich so synchronisiert werden, dass die Tropfenablöse der Schweißdrähte der zumindest zwei Schweißprozesse gleichzeitig erfolgt.

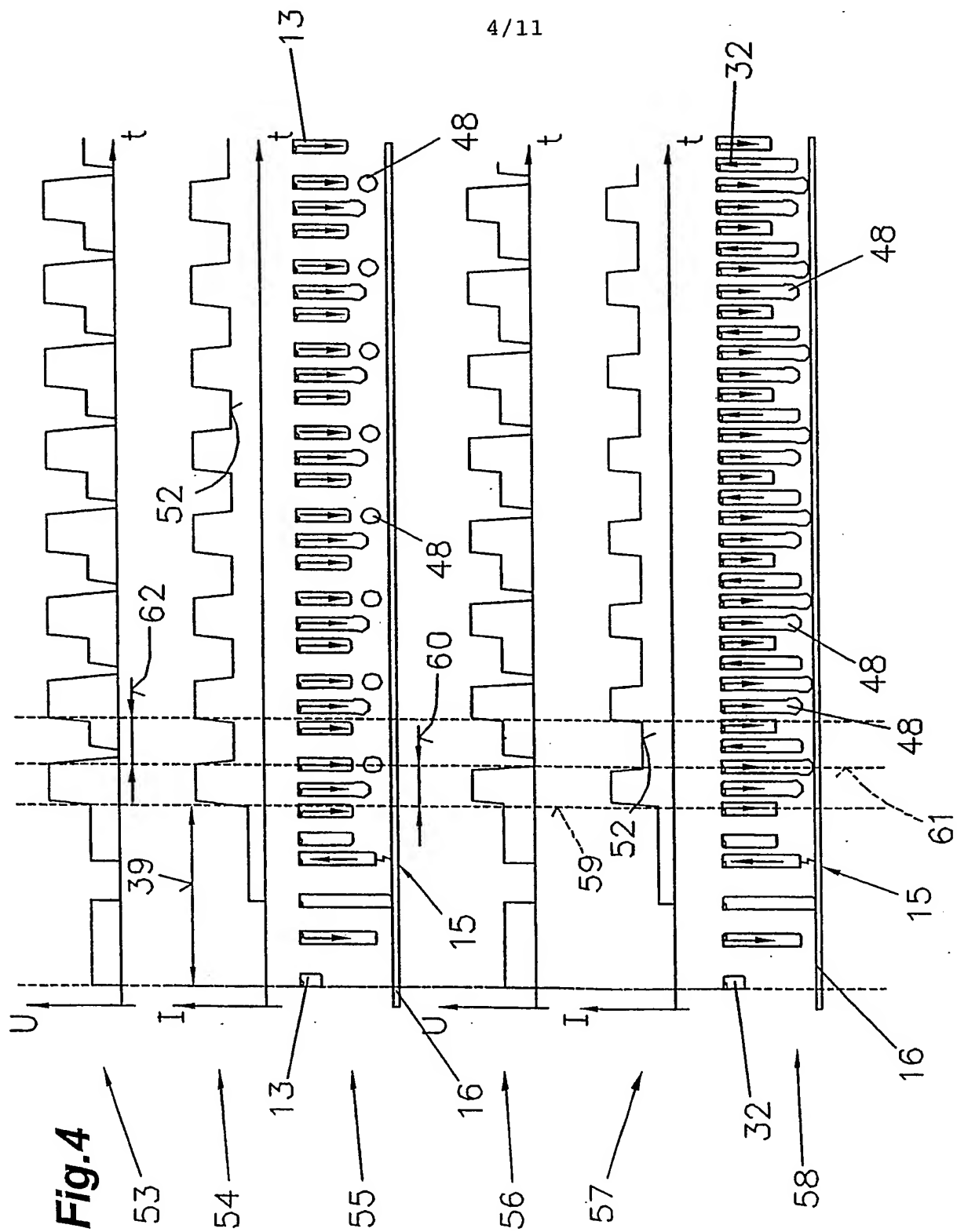
22. Schweißverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Schweißprozesse mit abschmelzendem Schweißdraht zeitlich so synchronisiert werden, dass die Tropfenablöse des Schweißdrahtes eines Schweißprozesses zeitlich versetzt zur Tropfenablöse des oder der anderen Schweißprozesse(s) erfolgt.

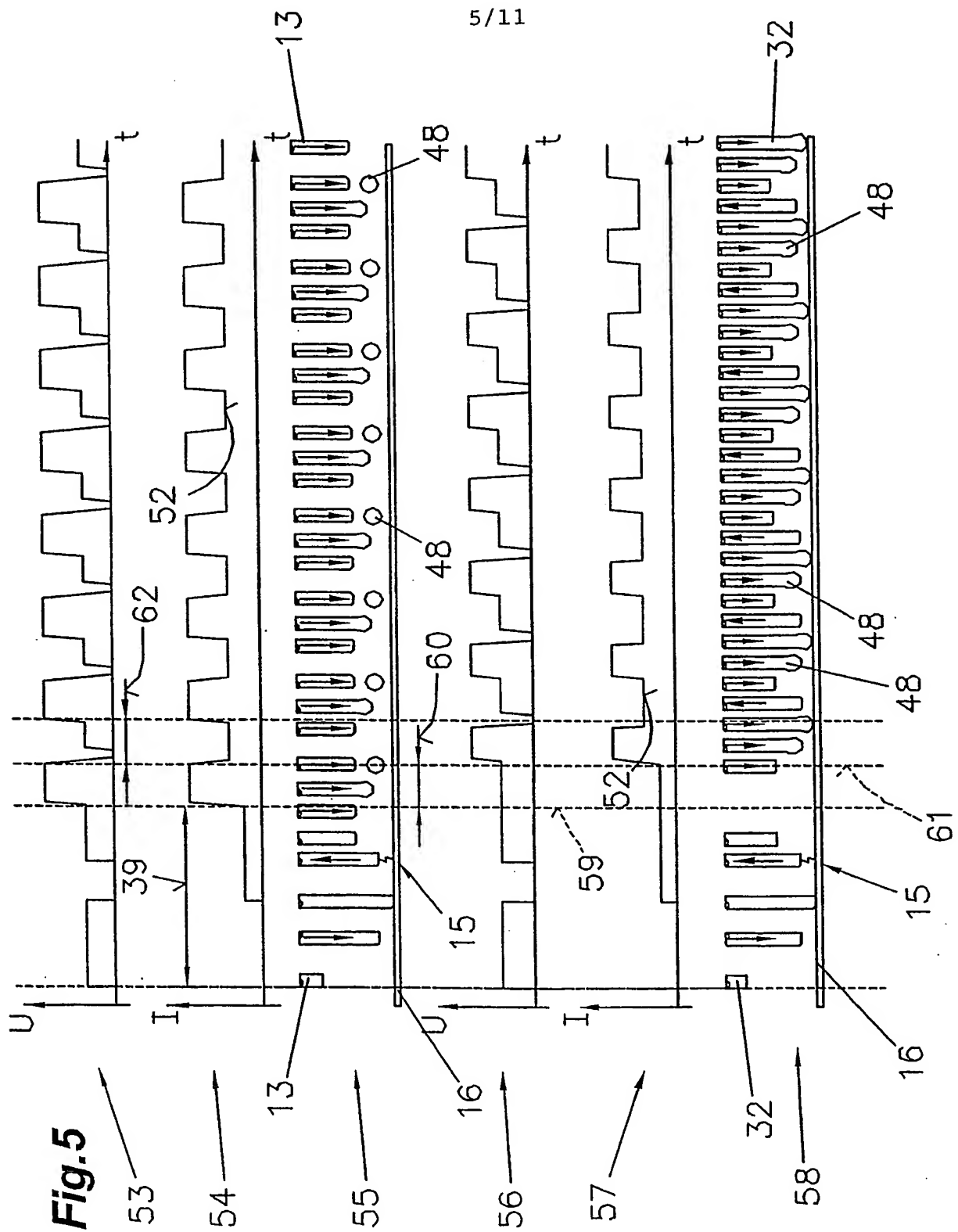


2/11

**Fig. 2**

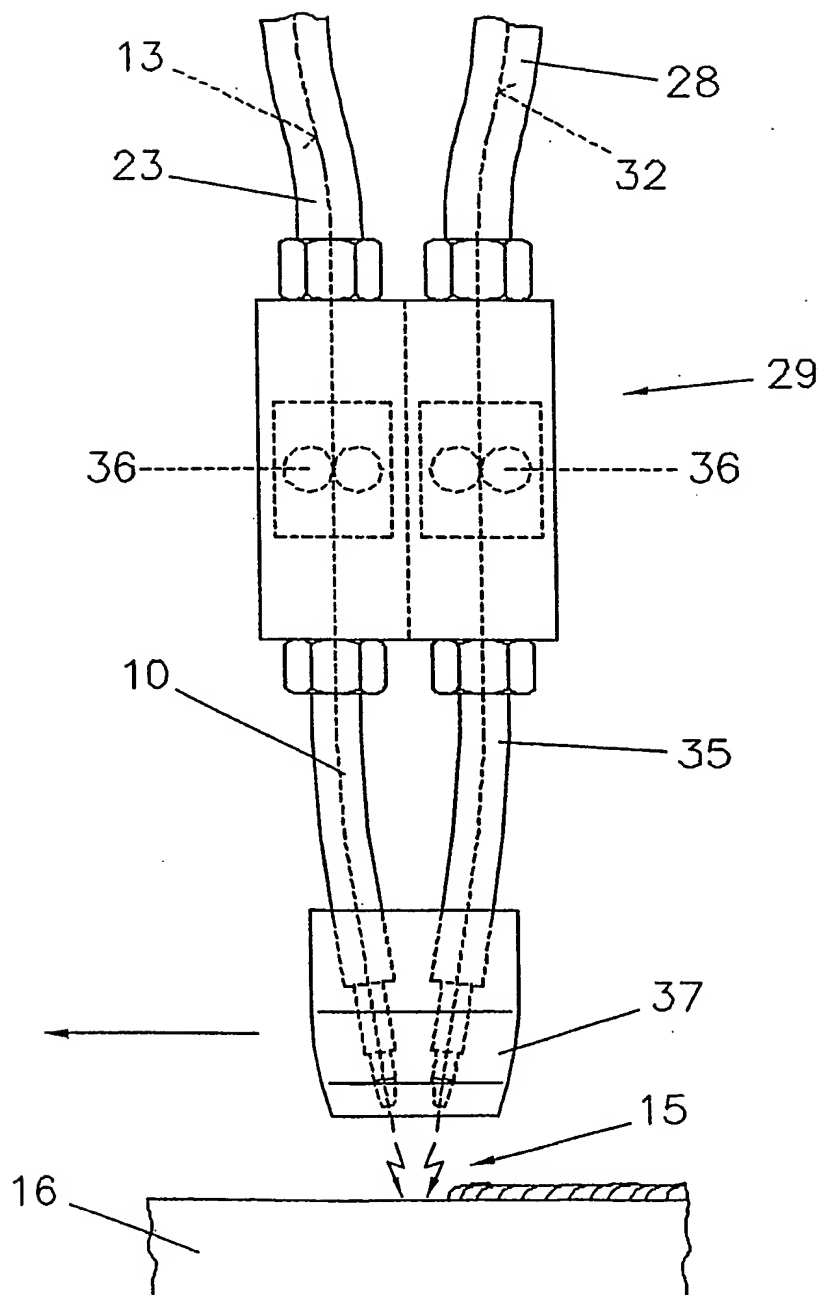






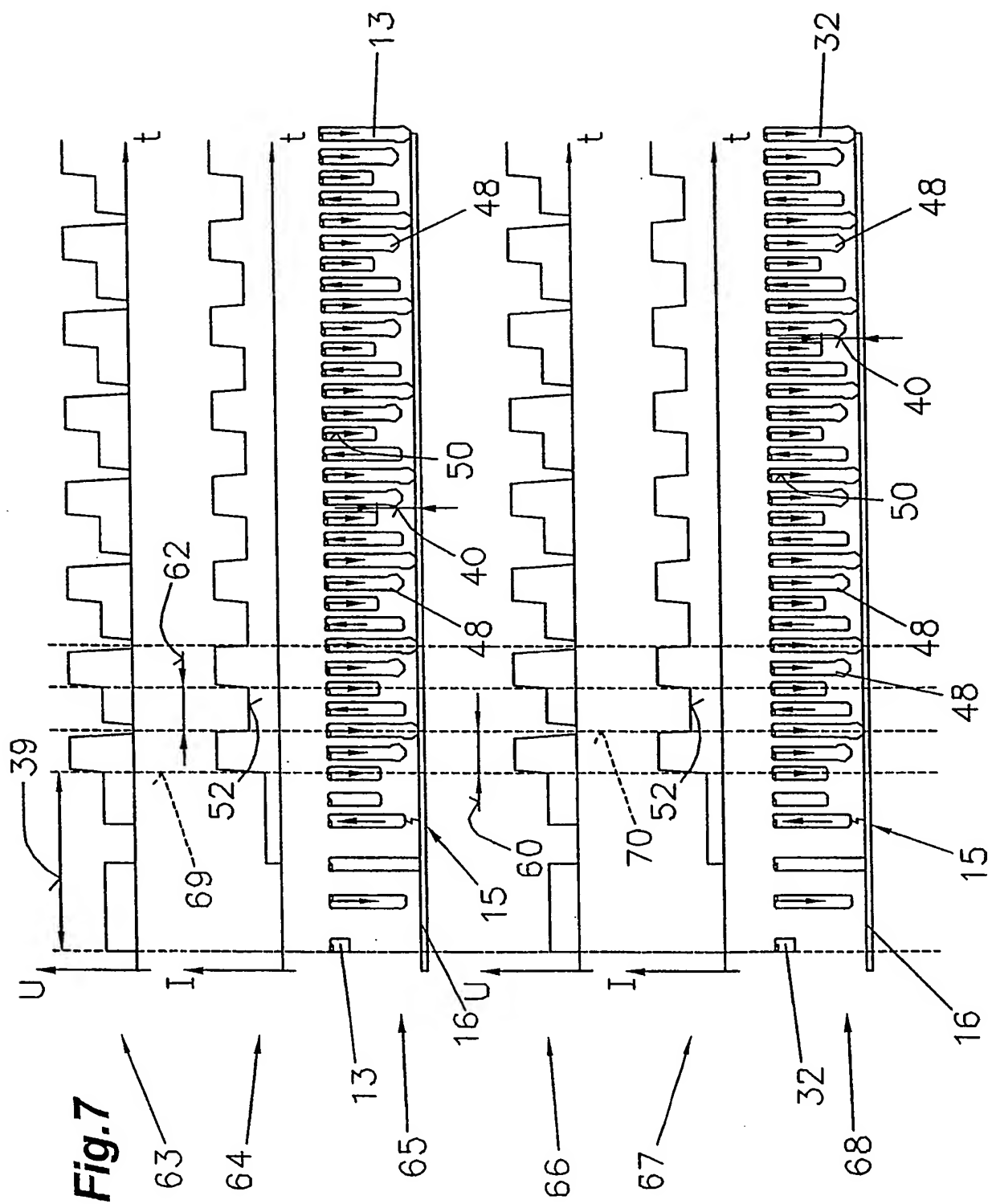
**Fig.6**

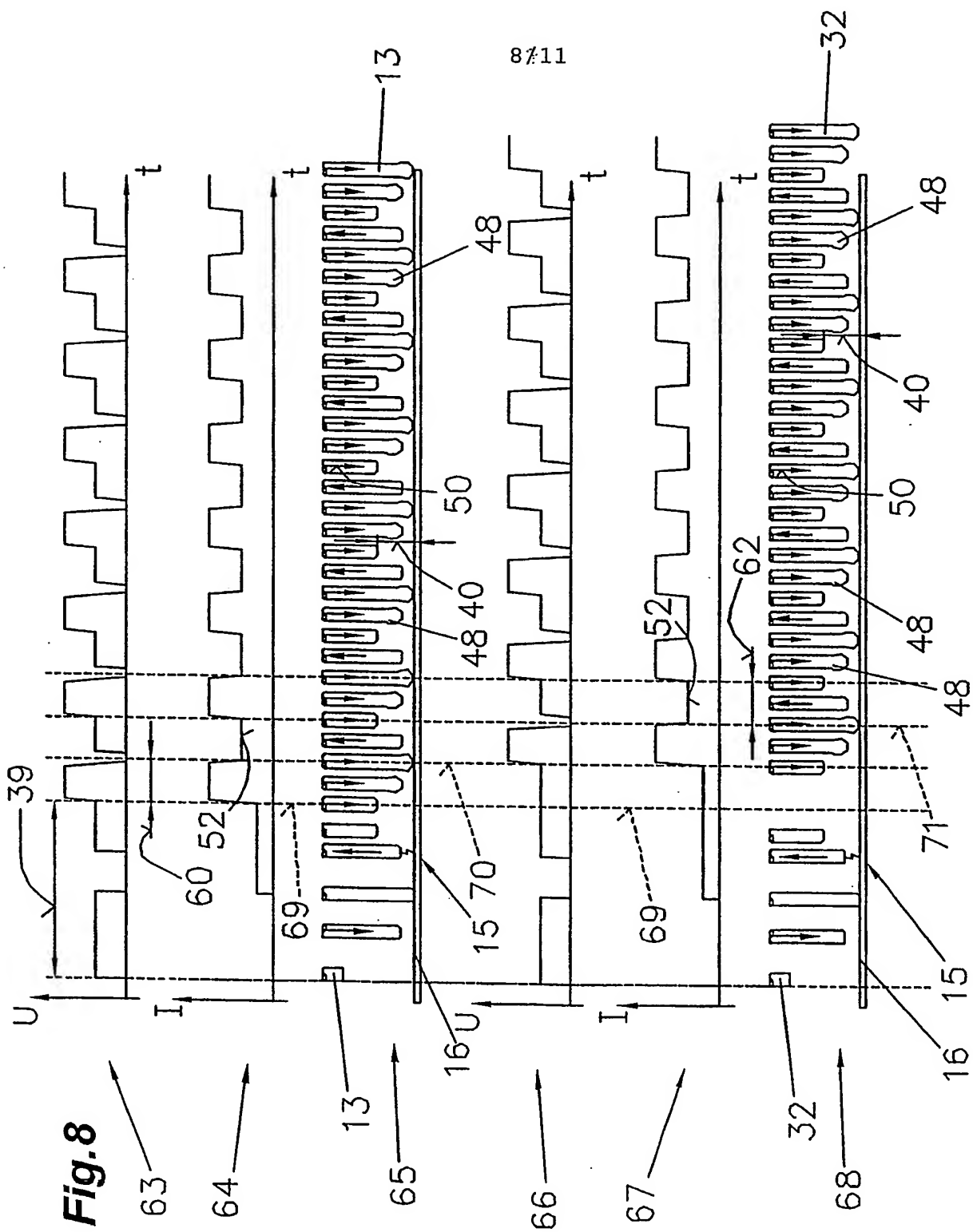
6/11





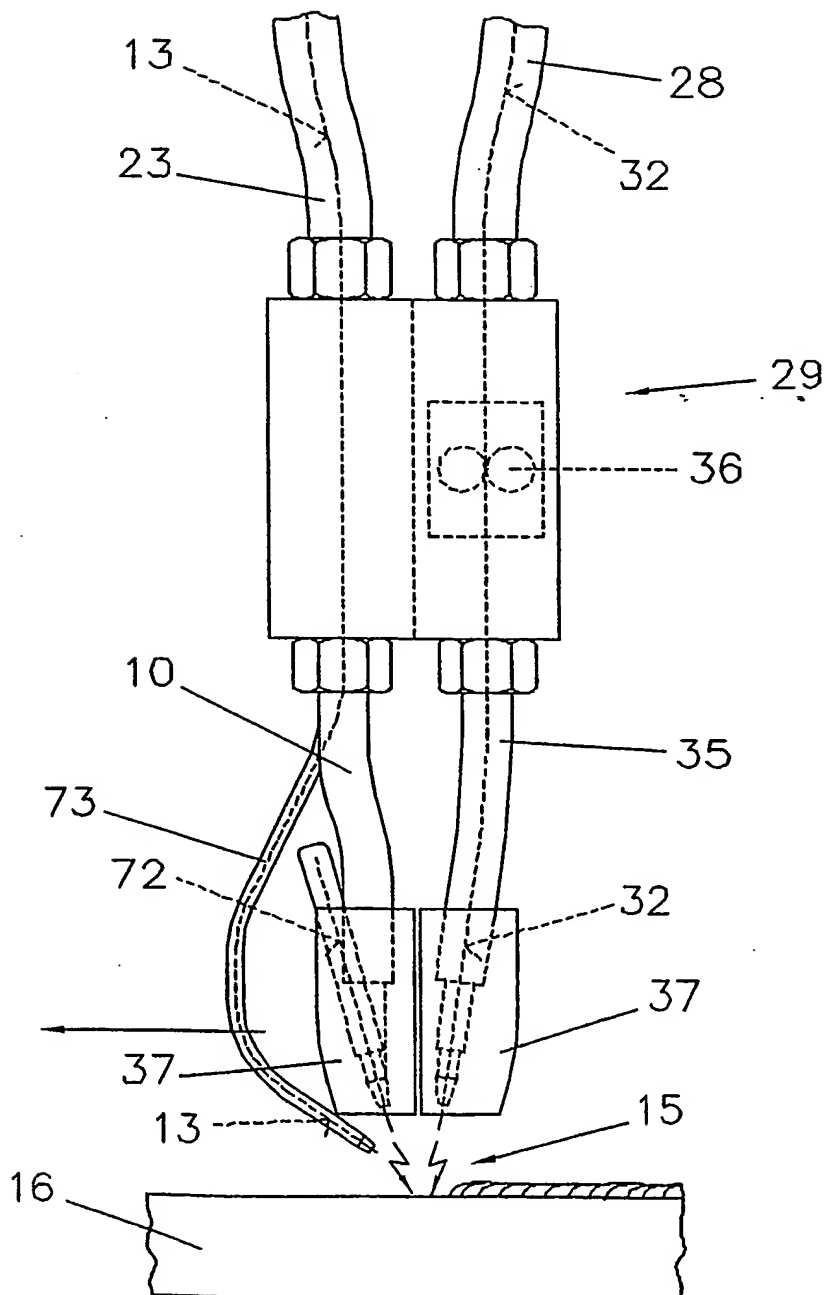
7/11



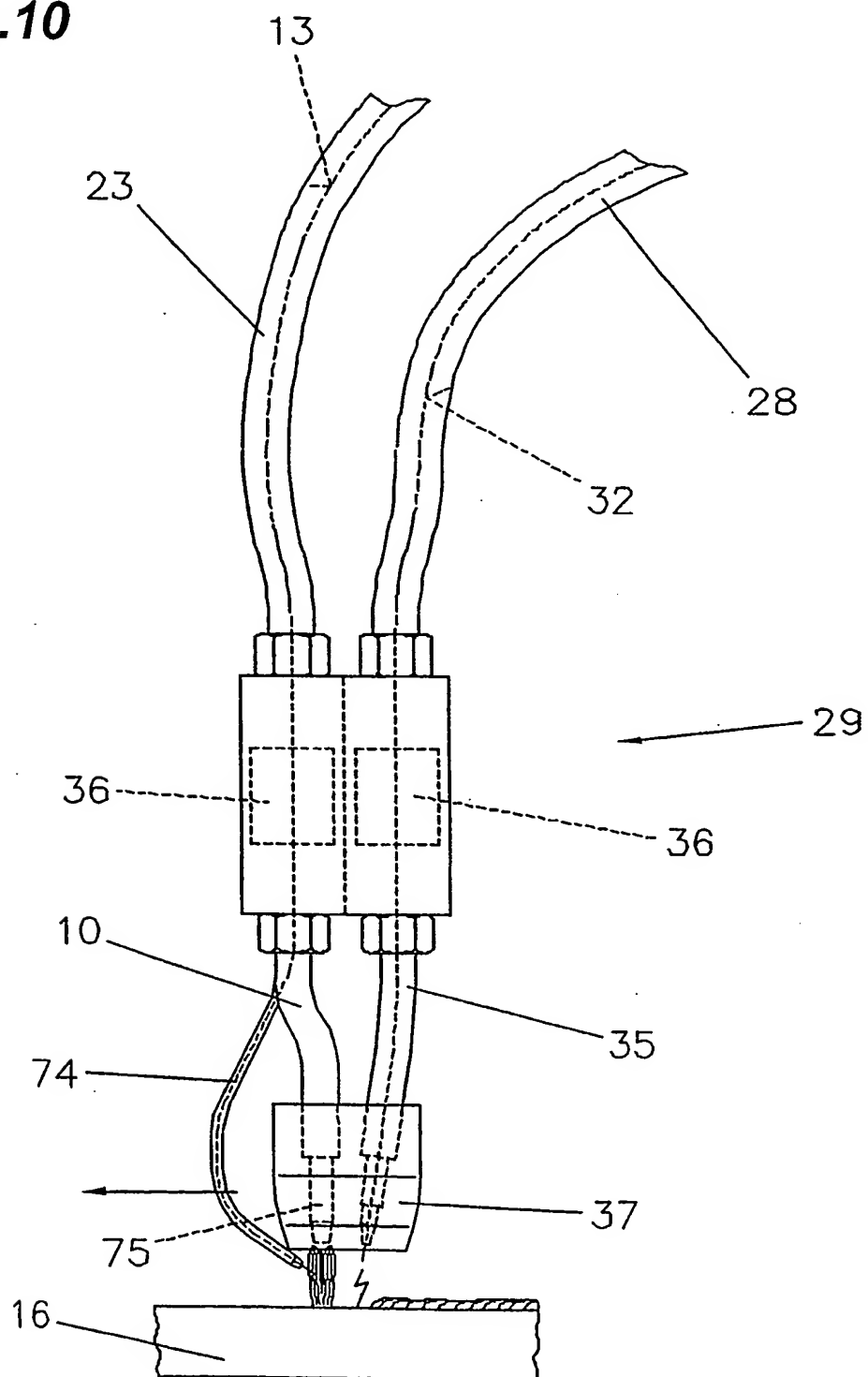


**Fig.9**

9/11



10/11

**Fig.10**

**Fig.11**